



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11220898 A**(43) Date of publication of application: **10.08.99**

(51) Int. Cl.

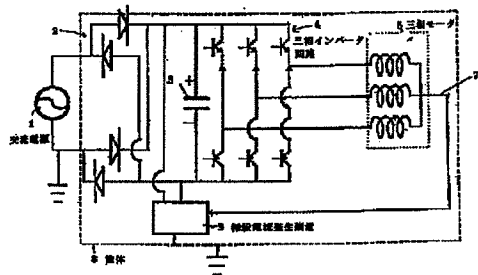
H02P 7/63(21) Application number: **10019686**(22) Date of filing: **30.01.98**(71) Applicant: **DAIKIN IND LTD**(72) Inventor: **TSUKURIDA KOJI
AKAMATSU TOSHIYUKI**(54) **LEAKAGE CURRENT REDUCTION DEVICE OF
ELECTRIC APPARATUS**

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a leakage current reduction device which has a sufficient leakage current reduction effect and, further, does not need the adjustment at site.

SOLUTION: A full-wave rectifier circuit 2 is connected between the output terminals of an AC power supply 1 and the rectified power is smoothed by a capacitor 3 to provide a DC power supply for an inverter. The output voltages of the respective phases of a 3-phase inverter 4 to which the DC power supply is inputted are applied to the stator windings of the respective phases of a 3-phase motor 5. A deviation of the neutral potential of the stator windings of the 3-phase motor 5 from a housing potential is detected. In response to the deviation and by the input of the DC power supply for the inverter, a cancellation current which cancels a leakage current flowing through a housing 8 is generated by a cancellation current generator 9 and supplied to the housing 8.



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-220898

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月10日

(51) Int.Cl.⁶

H02P 7/63

識別記号

302

FI

H02P 7/63

302N

審査請求 未請求 請求項の数9 OL (全15頁)

(21) 出願番号 特願平10-19686

(22) 出願日 平成10年(1998) 1月30日

(71) 出願人 000002853

ダイキン工業株式会社

大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号

梅田センタービル

(72) 発明者 造田 弘司

滋賀県草津市岡本町字大谷1000番地の2

ダイキン工業株式会社滋賀製作所内

(72) 発明者 赤松 敏行

滋賀県草津市岡本町字大谷1000番地の2

ダイキン工業株式会社滋賀製作所内

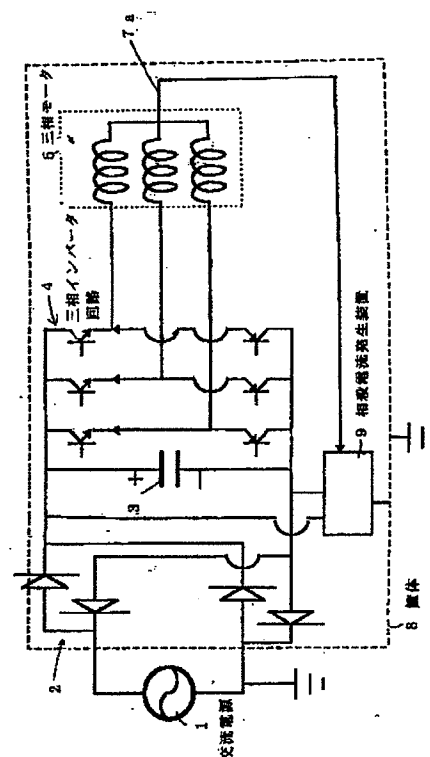
(74) 代理人 弁理士 津川 友士

(54) 【発明の名称】 電気機器の漏洩電流軽減装置

(57) 【要約】

【課題】 十分な漏洩電流軽減効果を有し、かつ現場調整が不要な漏洩電流軽減装置を提供する。

【解決手段】 交流電源1の出力端子間に全波整流回路2を接続し、コンデンサ3で平滑化してインバータ用の直流電源を作成し、この直流電源を入力とする三相インバータ4の各相の出力電圧を三相モータ5の各相の固定子巻線に印加し、三相モータ5の固定子巻線の中性点電位の筐体電位に対する変位を検出し、この変位にตอบสนองし、かつインバータ用の直流電源を入力として、筐体8へ流れ出している漏洩電流を相殺すべき相殺電流を相殺電流発生装置9により発生し、筐体8に供給する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電源(1)(2)に対して、インバータ回路(4)およびモータ(5)を有する電気機器を接続し、モータ(5)の固定子巻線の中性点の電位の変動を検出する電位変動検出手段(7)(7a)(9a)を設け、検出された中性点の電位の変動に応答して、固定子巻線から固定子鉄心に向かって流れる漏洩電流を相殺する方向に電流を流す相殺電流供給手段(9)を設けたことを特徴とする電気機器の漏洩電流軽減装置。

【請求項2】 電位変動検出手段(7a)は、モータ(5)から引き出された中性線における中性点電位を検出し続けることにより、モータ(5)の固定子巻線の中性点の電位の変動を検出するものである請求項1に記載の電気機器の漏洩電流軽減装置。

【請求項3】 電位変動検出手段(7)は、モータ(5)の各相の固定子巻線端子に一端が接続された抵抗手段(9k)(9l)(9m)の他端を互いに接続し、抵抗手段(9k)(9l)(9m)どうしの接続点における電位を検出し続けることにより、モータ(5)の固定子巻線の中性点の電位の変動を検出するものである請求項1に記載の電気機器の漏洩電流軽減装置。

【請求項4】 電位変動検出手段(9a)は、インバータ回路(4)に対するスイッチング指令と同期して、予め設定されている波形データから中性点の電位を予測し続けることにより、モータ(5)の固定子巻線の中性点の電位の変動を検出するものである請求項1に記載の電気機器の漏洩電流軽減装置。

【請求項5】 相殺電流供給手段(9)は、インバータ回路(4)の直流電源部の直流電源を入力として漏洩電流を相殺する方向に電流を流すものである請求項1に記載の電気機器の漏洩電流軽減装置。

【請求項6】 相殺電流供給手段(9)は、インバータ回路(4)の直流電源部の電源に対して一次側巻線が接続されたトランス(10a)を含むものである請求項5に記載の電気機器の漏洩電流軽減装置。

【請求項7】 相殺電流供給手段(9)は、インバータ回路(4)の直流電源部の直流電圧の対地電圧に対する相対関係をも検出し、インバータ回路(4)の直流電源部の直流電圧の対地電圧に対する相対関係を補償するとともに、漏洩電流を相殺する方向に電流を流すものである請求項5に記載の電気機器の漏洩電流軽減装置。

【請求項8】 電源(1)(2)は、商用交流電源(1)と整流回路(2)とを含み、相殺電流供給手段(9)は、商用交流電源部と整流回路出力側との間の導通・非導通を検出する導通・非導通検出手段(11)と、導通・非導通の検出結果に応答して漏洩電流を相殺する方向に流す電流を制御する電流制御手段(9)とを含むものである請求項5から請求項7の何れかに記載の電気機器の漏洩電流軽減装置。

【請求項9】 モータ(5)から発生するノイズ電流の

うち、線間に生じる不平衡分を接地端子に流すべく接続されたコンデンサ(14)の中性点と、相殺電流供給手段(9)の電流出力端子とを互いに接続して接地端子(15)に接続している請求項1から請求項8の何れかに記載の電気機器の漏洩電流軽減装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は電気機器の漏洩電流軽減装置に関し、さらに詳細に言えば、電源に対して、インバータ回路およびモータを有する電気機器を接続してモータを駆動するに当って、モータの導電部と鉄心部との間の浮遊容量および冷媒、冷凍機油などを經由する導電性に起因する漏洩電流を軽減するための装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来から、電気機器の漏洩電流軽減装置として、図20に示す構成、図21に示す構成、および図22に示す構成のものが提案されている。図20に示す構成は、交流電源51からの交流電圧をノイズフィルタ52を介してインバータ回路53に印加し、インバータ回路53からの出力電圧を電気機器に含まれる負荷(モータ)54に印加している。そして、交流電源51とノイズフィルタ52との間の交流電源供給線間にコンデンサ55を介してトランス56の一次側巻線を接続し、トランス56の二次側巻線をコンデンサ57を介して接地端子58に接続している。なお、交流電源51の一方の端子も接地されている。また、電気機器の筐体も接地されている。

【0003】この構成を採用した場合には、交流電源51よりノイズフィルタ52の外側に洩れ出してくる高調波電流、電源周波数電流をコンデンサ55を介してトランス56の一次側巻線にかけ、トランス56の二次側巻線の誘起電圧によって、電気機器の筐体に洩れ出している漏洩電流(電源周波数電流成分および高調波電流成分)を相殺できると思われる。

【0004】図21に示す構成は、交流電源61からの交流電圧をノイズフィルタ62を介してインバータ回路63に供給し、インバータ回路63からの出力電圧を電気機器に含まれる負荷(モータ)64に印加している。そして、モータ64の各相の電圧端子とインバータ回路63の正電圧供給端子に接続されたコンデンサ65との間に、抵抗66u、66v、66w、コンデンサ67u、67v、67wおよびトランス68u、68v、68wの一次側巻線を直列接続し、前記コンデンサ65と電気機器の筐体69との間に前記トランス68u、68v、68wの二次側巻線およびコンデンサ70u、70v、70wをそれぞれ直列接続している。なお、交流電源61の一方の端子は接地され、電気機器の筐体69も接地されている。そして、ノイズフィルタ62のアース端子およびモータの外部容器が電気機器の筐体69に接

続されている。

【0005】この構成を採用した場合には、モータ64の各相の電圧端子に洩れ出してくる高調波電流、電源周波数電流をそれぞれ抵抗66u、66v、66w、コンデンサ67u、67v、67wを介してトランス68u、68v、68wの一次側巻線にかけ、トランス68u、68v、68wの二次側巻線の誘起電圧によって、電気機器の筐体に洩れ出している漏洩電流（電源周波数電流成分および高調波電流成分）を相殺できると思われる。

【0006】図22に示す構成は特開平9-233837号公報に示されたものであり、直流電源（交流電源を整流することにより得た直流電源であってもよいが、別途与えられた直流電源であってもよい）の出力端子間に平滑用のコンデンサ71を接続し、コンデンサ71により平滑化された直流電源をインバータ回路72に供給し、インバータ回路72からの出力電圧を電気機器に含まれる負荷（モータ）73に印加している。そして、インバータ回路72の各相のスイッチング素子のスイッチング信号を制御回路74に供給して、漏洩電流を相殺するための相殺電流指令を算出し、相殺電流指令を、直流電源を入力とする相殺電流発生回路75に供給して各相毎の相殺電流を出力し、各相毎の相殺電流を、抵抗などをY接続してなる等価回路76を通して電気機器の筐体77に供給している。

【0007】この構成を採用した場合には、インバータ回路72の各相のスイッチング素子のスイッチング信号から漏洩電流を相殺するための相殺電流を電気機器の筐体に供給することにより、モータ73から電気機器の筐体に漏れ出してくる漏洩電流を相殺できると思われる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】図20に示す構成が実際の設置現場で有効になるのは、もともと接地されている電源側の接地電位と接地時に敷設された接地の電位とが完全には一致していない場合であり、両接地電位が一致している場合には、図20に示す構成のうち、漏洩電流軽減装置は動作しないことが知られている。しかし、実際の設置現場では通常は完全な接地状態ではないのであるから、図20に示すように、電気機器の筐体に直接的に働きかけるように相殺電流を供給する方式が有効である。また、トランス56の二次側に要求される電圧条件は、両接地電位の差、すなわち設置現場での接地状態に多分に左右される。さらに、トランス56の一次側巻線、または二次側巻線の結線の方向を間違えないようにしなければならない。

【0009】したがって、図20に示す構成のうち、漏洩電流軽減装置は、工場出荷時に予め設定しておくことは不可能であり、設置現場での調整が不可欠になるという不都合がある。また、図20に示す構成のうち、トランス56の一次側巻線は、外来の高調波（ノイズ）も感

知するが、このような外来ノイズを除去するためにノイズフィルタ52が設けられており、インバータ回路53内部からの高調波（ノイズ）もノイズフィルタ52で除去されるようになっている。したがって、図20に示す構成のうち、漏洩電流軽減装置は、基本波成分を主として相殺の対象としており、インバータ回路などからの高調波（ノイズ）に対しては、ノイズフィルタ52で除去された後のものにしか効果が期待できないという不都合もある。

10 【0010】図21に示す構成のうち、漏洩電流軽減装置は、モータ64の相数分のトランス68u、68v、68w、抵抗66u、66v、66w、コンデンサ67u、67v、67wなどが必要であり、構成が著しく複雑化するとともに、著しいコストアップを招き、しかも、それぞれの調整が必要となるので、調整作業が著しく煩雑化してしまうという不都合がある。

20 【0011】また、インバータ回路63の直流電源部の一極に着目した場合、1相が接地された交流電源61を考えると、通常の全波整流を採用していれば、接地に対して+、-の変化をしており、図21の漏洩電流軽減装置では、低周波電流成分（電源周波数電流成分）の洩れは、トランス68u、68v、68wの二次側巻線、コンデンサ70u、70v、70wなどを経て却って増加させられてしまうという不都合がある。なお、この不都合は三相交流電源を採用した場合にも同様に発生するが、単相3線式の構成、倍電圧整流を行う構成を採用した場合には発生しない。

30 【0012】図22に示す構成のうち、漏洩電流軽減装置は、制御回路74、相殺電流発生回路75、および等価回路76が必須であるから、全体として構成が複雑化するとともに、コストアップを招いてしまうという不都合がある。また、モータ73からは回転状態に応じて逆起電力が発生しており、インバータ回路72の各相のスイッチング素子のスイッチング信号は必ずしも逆起電力を反映するものではないから、十分な漏洩電流軽減効果を達成できない可能性があるという不都合もある。

40 【0013】図20の漏洩電流軽減装置、図21の漏洩電流軽減装置は共に、既に出てしまった漏洩電流を検出し、事後的にこれをキャンセルしようとするものである。これに対して、図22の漏洩電流軽減装置は、既に出てしまった漏洩電流を検出し、事後的にこれをキャンセルしようとする考えが少なくなっている。また、近年、インバータモータなどの普及によるチョッピング用の高周波の使用に伴い、また、インバータエアコンなどではコイル部が直接冷媒や潤滑油に漬かるため、漏洩電流が増加する。一方、オゾン層破壊防止のため、従来の冷媒よりも誘電率が高い冷媒や潤滑油が使用される傾向にある。したがって、電気機器、特にインバータエアコンなどでは漏洩電流の軽減は緊急の問題であり、十分に漏洩電流軽減効果を有する漏洩電流軽減装置を提供する

ことが期待されている。

【0014】また、日本では、特に家庭用電気機器において、欧米と比較して必ずしも接地が完全でない場合が多いので、この面からも、接地状態に拘らず漏洩電流を十分に軽減することができる漏洩電流軽減装置を提供することが期待されている。

【0015】

【発明の目的】この発明は上記の問題点に鑑みてなされたものであり、十分な漏洩電流軽減効果を有し、かつ現場調整が不要な漏洩電流軽減装置を提供することを目的としている。

【0016】

【課題を解決するための手段】請求項1の電気機器の漏洩電流軽減装置は、電源に対して、インバータ回路およびモータを有する電気機器を接続し、モータの固定子巻線の中性点の電位の変動を検出する電位変動検出手段を設け、検出された中性点の電位の変動にตอบสนองして、固定子巻線から固定子鉄心に向かって流れる漏洩電流を相殺する方向に電流を流す相殺電流供給手段を設けたものである。

【0017】請求項2の電気機器の漏洩電流軽減装置は、電位変動検出手段として、モータから引き出された中性線における中性点電位を検出し続けることにより、モータの固定子巻線の中性点の電位の変動を検出するものを採用するものである。請求項3の電気機器の漏洩電流軽減装置は、電位変動検出手段として、モータの各相の固定子巻線端子に一端が接続された抵抗手段の他端を互いに接続し、抵抗手段どうしの接続点における電位を検出し続けることにより、モータの固定子巻線の中性点の電位の変動を検出するものを採用するものである。なお、ここで、抵抗手段とは、抵抗のみならず、コイル、コンデンサなどのインピーダンスをも含む概念として使用される。

【0018】請求項4の電気機器の漏洩電流軽減装置は、電位変動検出手段として、インバータ回路に対するスイッチング指令と同期して、予め設定されている波形データから中性点の電位を予測し続けることにより、モータの固定子巻線の中性点の電位の変動を検出するものを採用するものである。請求項5の電気機器の漏洩電流軽減装置は、相殺電流供給手段として、インバータ回路の直流電源部の直流電源を入力として漏洩電流を相殺する方向に電流を流すものを採用するものである。

【0019】請求項6の電気機器の漏洩電流軽減装置は、相殺電流供給手段として、インバータ回路の直流電源部に対して一次側巻線が接続されたトランスを含むものを採用するものである。請求項7の電気機器の漏洩電流軽減装置は、相殺電流供給手段として、インバータ回路の直流電源部の直流電圧の対地電圧に対する相対関係をも検出し、インバータ回路の直流電源部の直流電圧の対地電圧に対する相対関係を補償するとともに、漏洩電

流を相殺する方向に電流を流すものを採用するものである。

【0020】請求項8の電気機器の漏洩電流軽減装置は、電源として、商用交流電源と整流回路とを含むものを採用し、相殺電流供給手段として、商用交流電源部と整流回路出力側との間の導通・非導通を検出する導通・非導通検出手段と、導通・非導通の検出結果にตอบสนองして漏洩電流を相殺する方向に流す電流を制御する電流制御手段とを含むものを採用するものである。

10 【0021】請求項9の電気機器の漏洩電流軽減装置は、モータから発生するノイズ電流のうち、線間に生じる不平衡分を接地端子に流すべく接続されたコンデンサの中性点と、相殺電流供給手段の電流出力端子とを互いに接続して接地端子に接続しているものである。

【0022】

【作用】請求項1の電気機器の漏洩電流軽減装置であれば、電源に対して、インバータ回路およびモータを有する電気機器を接続することにより電気機器を動作させるに当って、モータの固定子巻線の中性点の電位の変動を
20 電位変動検出手段を検出し、検出された中性点の電位の変動にตอบสนองして、相殺電流供給手段により、固定子巻線から固定子鉄心に向かって流れる漏洩電流を相殺する方向に電流を流すことができる。したがって、モータの固定子巻線から固定子鉄心に向かって流れる漏洩電流を効果的に軽減することができる。また、接地電圧を検出して相殺電流を流すようにしているのではないから、工場での設定のみで、現場調整が不要であり、しかも、敷設現場の接地条件に拘らず（電化製品の接地が不完全であっても）漏洩電流を効果的に軽減することができる。

30 【0023】請求項2の電気機器の漏洩電流軽減装置であれば、電位変動検出手段として、モータから引き出された中性線における中性点電位を検出し続けることにより、モータの固定子巻線の中性点の電位の変動を検出するものを採用するのであるから、中性線が引き出されたモータを有する電気機器に適用することにより、請求項1と同様の作用を達成することができる。

40 【0024】請求項3の電気機器の漏洩電流軽減装置であれば、電位変動検出手段として、モータの各相の固定子巻線端子に一端が接続された抵抗手段の他端を互いに接続し、抵抗手段どうしの接続点における電位を検出し続けることにより、モータの固定子巻線の中性点の電位の変動を検出するものを採用するのであるから、中性線が引き出されていないモータを有する電気機器に適用することができ、請求項1と同様の作用を達成することができる。

50 【0025】請求項4の電気機器の漏洩電流軽減装置であれば、電位変動検出手段として、インバータ回路に対するスイッチング指令と同期して、予め設定されている波形データから中性点の電位を予測し続けることにより、モータの固定子巻線の中性点の電位の変動を検出す

るものを採用するのであるから、モータの固定子巻線の中性点の電位の変動を実際に検出することなく、請求項1と同様の作用を達成することができる。

【0026】請求項5の電気機器の漏洩電流軽減装置であれば、相殺電流供給手段として、インバータ回路の直流電源部の直流電源を入力として漏洩電流を相殺する方向に電流を流すものを採用するのであるから、相殺電流を供給するための特別の電源を用いることなく、請求項1と同様の作用を達成することができる。請求項6の電気機器の漏洩電流軽減装置であれば、相殺電流供給手段として、インバータ回路の直流電源部に対して一次側巻線が接続されたトランスを含むものを採用するのであるから、相殺電流を供給するための特別の電源を用いることなく、トランスを採用するだけで、請求項5と同様の作用を達成することができる。

【0027】請求項7の電気機器の漏洩電流軽減装置であれば、相殺電流供給手段として、インバータ回路の直流電源部の直流電圧の対地電圧に対する相対関係（結合状態）をも検出し、インバータ回路の直流電源部の直流電圧の対地電圧に対する相対関係を補償するとともに、漏洩電流を相殺する方向に電流を流すものを採用するのであるから、請求項5の作用に加え、漏洩電流を一層軽減することができる。

【0028】請求項8の電気機器の漏洩電流軽減装置であれば、電源として、商用交流電源と整流回路とを含むものを採用し、相殺電流供給手段として、商用交流電源部と整流回路出力側との間の導通・非導通を検出する導通・非導通検出手段と、導通・非導通の検出結果にตอบสนองして漏洩電流を相殺する方向に流す電流を制御する電流制御手段とを含むものを採用するのであるから、請求項5から請求項7の何れかの作用に加え、整流回路素子が非導通の期間において必要以上に電流を流してしまうという不都合の発生を防止し、漏洩電流を効果的に軽減することができる。

【0029】請求項9の電気機器の漏洩電流軽減装置であれば、モータから発生するノイズ電流のうち、線間に生じる不平衡分を接地端子に流すべく接続されたコンデンサの中性点と、相殺電流供給手段の電流出力端子とを互いに接続して接地端子に接続しているものであるから、請求項1から請求項8の何れかの作用に加え、接地端子の接地が不完全な場合であっても、コンデンサの中性点への接続線が擬似的な接地線として機能し、漏洩電流を効果的に軽減することができる。

【0030】図17に示す概略図を参照してさらに詳細に説明する。モータの巻線と固定子鉄心との間には、各相にかけられた+または-の電圧（中性点電位） V_{\pm} 、および+または-電極の対地電圧の変動（直流極電位） V_e の和がかかる。したがって、モータの巻線と固定子鉄心との間の漏洩電流は、この和電圧に比例して発生する。

【0031】このうち、各相の電流は固定子鉄心内で中和されるので見かけ上、いわゆる中性点電圧に近い。また、直流電源の各極の電圧変動は、交流電源の整流時に生じる、導通時間帯では確定するが、非導通時間帯では不確定であり、この時間帯はむしろ前記電圧 V_{\pm} の吸収インピーダンスとして作用する。このことは、図23に示す実際の洩れ電流波形より明らかである。図23において電流振幅が減少している部分は整流素子が非導通の期間であり、非導通の期間は電源部の接地部との相対関係はあたかも途中にインピーダンスが挿入された如くに振る舞う。すなわち、これらの電圧がモータというインピーダンスを経て、筐体へ漏洩してくると思われる。したがって、中性点電位を予測したり、検出する手段を用意し、かつ交流-直流変換時のダイオードの通電電流を予測し、これに適当な変換を施せば、漏洩電流を相殺させるべき電流を発生することができる。また、モータまたはモータにより駆動される機器の外皮が導電体からなるものである場合には、外皮に相殺電流を流せば、漏洩電流を軽減することができる。図18は中性点電位の一例を示す図であり、包絡線がモータの逆起電力を表す正弦波になっていることが分かる。また、図19中

(A)は整流回路の出力の一侧と整流回路の入力の一方の線との間の電圧（電位差）の変動の一例を示す図であり、図19中(B)は整流回路の出力の一侧と整流回路の入力の他方の線との間の電圧（電位差）の変動の一例を示す図である。図19中(A)(B)において、電位差のない部分は整流素子が導通している期間であり、電位差がある部分は整流素子が非導通の期間である。後者の期間は、インバータモータにかかった中性点電圧は一方の極が半ば絶縁した形であり、この間は特に低周波成分の洩れ電流の発生は少ない。したがって、この状況を踏まえて、この間は相殺電流を小さくすべく制御する必要がある。図19中(A)(B)から分かるように、整流素子が非導通の期間が全体に占める割合は大きく、図19では全体の約1/3以上にもなっている。また、モータの回転数が低い時ほど大きくなる。因みに、空気調和機の場合などには、低回転時の方が洩れ電流が多く、上記のような相殺電流の制御が重要である。

【0032】この発明は、上記の点に鑑みてなされたものであり、インバータモータの場合には、波形を出現させるために予めマイコンにチョッピング波形発生用のプログラムがメモリされているのであるから、中性点電位の波形および整流時の導通波形をもマイコンにメモリさせておき、波形生成部（インバータ）に波形情報を出力する際に、相殺電流生成部に相殺電流情報を出力して相殺電流を発生させる構成を採用した。また、中性線を有するモータを採用した場合には、中性線からの出力を情報源として相殺電流生成部に供給し、相殺電流を発生させる構成を採用した。さらに、前記の何れの構成も実現できない場合、もしくは実現することが困難な場合に

は、例えば、インバータからモータへの入力線の各相に対して高インピーダンス素子の一方の端子を接続し、他方の端子を互いに接続して擬似的な中性点を作成し、擬似的な中性点からの出力を情報源として相殺電流生成部に供給し、相殺電流を発生させる構成を採用することができる。ここで、擬似的な中性点に関しては、中性点の電圧変動、周波数成分の割合にตอบสนองさせてインピーダンスを調整することにより、実際の漏洩電流に関わる中性点電位に近似する擬似的な中性点電位とすることができる。

【0033】ただし、後2者に関しては、直流電極（＋極または－極）の電圧の変動を別個の方法で検知して相殺電流に反映させることが好ましい。また、相殺電流の発生については、インバータの直流電源の＋極または－極からの電位がモータの中性点において中和されずに、瞬間的に変動するために漏洩電流が発生することを考慮し、この直流電源を源として相殺電流の作成を行えばよい。具体的には、上述の検出方法に基づいて漏洩電流の大きさ、波形を再現し、位相を逆に設定することにより、相殺電流を発生する。

【0034】このようにすることにより、相殺電流を発生し、モータの固定子鉄心、または固定子鉄心などに接触する外皮に相殺電流を流すことにより漏洩電流を相殺することができる。ひいては浮遊容量および冷媒、冷凍機油などを経由する導電性を通じた漏洩電流の十分な軽減を達成することができる。また、この発明は接地電圧を検出して相殺電流を発生させているのではないから、例えば、日本国内の現状のように、電化製品に対する接地が必ずしも完全でないような場合であっても、漏洩電流に起因する危険性を十分に軽減することができる。

【0035】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照して、この発明の電気機器の漏洩電流軽減装置の実施の態様を詳細に説明する。図1はこの発明の漏洩電流軽減装置の一実施態様を組み込んだ電気機器制御システムを示す電気回路図である。

【0036】この電気機器制御システムは、交流電源1の出力端子間に全波整流回路2を接続し、コンデンサ3で平滑化してインバータ用の直流電源を作成する。そして、この直流電源を入力とする三相インバータ4の各相の出力電圧を三相モータ5の各相の固定子巻線に印加する。また、三相モータ5の固定子巻線の中性点から引き出された中性点電位引き出し線7aにより得られる中性点電位の筐体電位に対する変位を検出し、この変位にตอบสนองし、かつインバータ用の直流電源を入力として、筐体8へ流れ出している漏洩電流を相殺すべき相殺電流を相殺電流発生装置9により発生し、筐体8に供給する。

【0037】図2はこの発明の漏洩電流軽減装置の他の実施態様を組み込んだ電気機器制御システムを示す電気回路図である。この電気機器制御システムは、交流電源

1の出力端子間に全波整流回路2を接続し、コンデンサ3で平滑化してインバータ用の直流電源を作成する。そして、この直流電源を入力とする三相インバータ4の各相の出力電圧を三相モータ5の各相の固定子巻線に印加する。また、三相モータ5の固定子巻線の端子電圧を擬似的な中性点電位検出装置7に供給して、擬似的な中性点電位の筐体電位に対する変位を検出し、この変位にตอบสนองし、かつインバータ用の直流電源を入力として、筐体8へ流れ出している漏洩電流を相殺すべき相殺電流を相殺電流発生装置9により発生し、筐体8に供給する。

【0038】なお、何れの実施態様においても、中性点電位の筐体電位に対する変位を実際に検出するようにしてもよいが、制御用のマイコンなどに中性点電位の波形および整流時の導通波形などを記憶させておき、記憶データから予測などを行って中性点電位の筐体電位に対する変位を検出するようにしてもよい。図3は相殺電流発生装置9の具体的構成の一例を示すブロック図である。

【0039】この相殺電流発生装置9は、チョッピング波形用のデータのみならず、予め波形に最適化された相殺電流波形用のデータが設定されたマイコン9aと、マイコン9aから出力される相殺電流波形用のデータをアナログデータに変換する1対のデジタルーアナログ変換器（以下、D/A変換器と略称する）9b、9cと、D/A変換器9bから出力されるアナログデータを増幅するとともに極性を反転させる反転アンプ9dと、D/A変換器9cから出力されるアナログデータを増幅するアンプ9eと、反転アンプ9dからの出力信号により制御されるフォトカプラ9fと、アンプ9eからの出力信号により制御されるフォトカプラ9gと、フォトカプラ9f、フォトカプラ9gを介して直流電源の＋極、－極にそれぞれ一方の端子が接続されるとともに、他方の端子が筐体8に接続されるインピーダンス素子（例えば、抵抗、コンデンサ）9hとを有している。

【0040】この構成を採用した場合には、チョッピング波形用のデータを出力する際に、相殺電流波形用のデータをマイコン9aから出力し、アナログデータに変換し、直流電源の－極に接続されたフォトカプラ9gをこのアナログデータにより制御するとともに、直流電源の＋極に接続されたフォトカプラ9fを反転させられたアナログデータにより制御する。したがって、筐体8に流れる漏洩電流を、フォトカプラ9f、フォトカプラ9g、インピーダンス素子9hを通して流れる相殺電流により相殺し、漏洩電流を十分に軽減することができる。

【0041】また、この構成は、接地電圧を検出して相殺電流を流すのではないから、電気機器の接地状態の影響を受けることなく、良好な漏洩電流軽減効果を達成することができる。図4は相殺電流発生装置9の具体的構成の他の例を組み込んだ電気機器制御システムを示す電気回路図である。

【0042】この相殺電流発生装置9は、三相モータ5

の固定子巻線の中性点電位を制御信号として直接にフォトカブラ9f、フォトカブラ9gの発光部の一方の端子に供給し、フォトカブラ9f、フォトカブラ9gの受光部の一方の端子を共にインピーダンス素子9hを介して筐体8に接続するとともに、フォトカブラ9f、フォトカブラ9gの受光部の他方の端子をそれぞれ直流電源の+極、一極に接続している。そして、フォトカブラ9f、フォトカブラ9gの発光部の他方の端子をそれぞれ抵抗9i、9jを介して直流電源の+極、一極に接続している。また、全波整流回路2の入力電流を電流検出器10により検出し、インピーダンス素子9hのインピーダンスを制御するようにしている。

【0043】この構成を採用した場合には、漏洩電流の源となる中性点電位により直接にフォトカブラ9f、フォトカブラ9gを制御して相殺電流を発生させることができる。そして、全波整流回路2の入力電流を電流検出器10により検出して、インピーダンス素子9hのインピーダンスを制御するのであるから、上記相殺電流の大きさを制御することができ、十分な漏洩電流軽減効果を達成することができる。

【0044】もちろん、この構成も、接地電圧を検出して相殺電流を流すのではないから、電気機器の接地状態の影響を受けることなく、良好な漏洩電流軽減効果を達成することができる。図5は相殺電流発生装置9の具体的な構成のさらに他の例を組み込んだ電気機器制御システムを示す電気回路図である。

【0045】この相殺電流発生装置9は、三相モータ5の固定子巻線端子に一方の端子が接続された抵抗9k、9l、9mの他方の端子を互いに接続して擬似的中性点電位を得、この擬似的中性点電位を制御信号として直接にフォトカブラ9f、フォトカブラ9gの発光部の一方の端子に供給し、フォトカブラ9f、フォトカブラ9gの発光部の他方の端子を共に、直流電源の+極、一極間に互いに直列接続された抵抗9i、9jどうしの接続点に接続しているとともに、インピーダンス素子9hを介して筐体8に接続している。また、フォトカブラ9f、フォトカブラ9gの受光部に対してそれぞれ並列接続された抵抗9n、9oを直流電源の+極、一極間に互いに直列接続し、抵抗9n、9oの接続点と筐体8との間にコンデンサ9pを接続している。

【0046】この構成を採用した場合には、漏洩電流の源となる中性点電位に近似できる擬似的中性点電位により直接にフォトカブラ9f、フォトカブラ9gを制御して相殺電流を発生させることができる。そして、直流電源の+極、一極の電圧の筐体8電圧に対する値をインピーダンス素子9hによりフォトカブラ9f、フォトカブラ9gの発光部の制御条件に反映するのであるから、上記相殺電流の大きさを制御することができ、十分な漏洩電流軽減効果を達成することができる。

【0047】もちろん、この構成も、接地電圧を検出し

て相殺電流を流すのではないから、電気機器の接地状態の影響を受けることなく、良好な漏洩電流軽減効果を達成することができる。図6は相殺電流発生装置9の具体的な構成のさらに他の例を示す電気回路図である。

【0048】この相殺電流発生装置9は、三相モータ5の固定子巻線端子に一方の端子が接続された抵抗9k、9l、9mの他方の端子を互いに接続して擬似的中性点電位を得、この擬似的中性点電位を制御信号として直接にフォトカブラ9f、フォトカブラ9gの発光部の一方の端子に供給するとともに、フォトカブラ9f、フォトカブラ9gの発光部の他方の端子を共に、直流電源の+極、一極間に互いに直列接続された抵抗9i、9jどうしの接続点に接続している。また、フォトカブラ9f、フォトカブラ9gの発光部の一方の端子を共にインピーダンス素子9hを介して筐体8に接続しているとともに、他方の端子をそれぞれ直流電源の+極、一極に接続している。また、全波整流回路の入力電流を電流検出器により検出し、インピーダンス素子9hのインピーダンスを制御するようにしている。

【0049】この構成を採用した場合には、漏洩電流の源となる中性点電位に近似できる擬似的中性点電位により直接にフォトカブラ9f、フォトカブラ9gを制御して相殺電流を発生させることができる。そして、全波整流回路の入力電流をインピーダンス素子9hによりフォトカブラ9f、フォトカブラ9gの発光部の制御条件に反映するのであるから、上記相殺電流の大きさを制御することができ、十分な漏洩電流軽減効果を達成することができる。

【0050】もちろん、この構成も、接地電圧を検出して相殺電流を流すのではないから、電気機器の接地状態の影響を受けることなく、良好な漏洩電流軽減効果を達成することができる。図7は筐体への相殺電流の供給を行なうための構成の一例を示す電気回路図である。

【0051】この構成は、相殺電流をコンデンサ9qを介して筐体8に供給するようにしている。したがって、低周波成分を除く相殺電流を筐体8に供給して十分な漏洩電流軽減効果を達成することができる。図8は筐体への相殺電流の供給を行なうための構成の他の例を示す電気回路図である。

【0052】この構成は、相殺電流を、直流電源の一極からトランス9rの二次側巻線およびコンデンサ9qを直列に介して筐体8に供給するようにしている。なお、トランス9rの一次側巻線は、例えば、中性点、擬似的中性点などに接続されている。したがって、直流電源の一極の電圧に対する中性点電位、擬似的中性点電位などの変化分を筐体8に供給して漏洩電流の軽減を達成することができる。

【0053】図9は筐体への相殺電流の供給を行なうための構成のさらに他の例を示す電気回路図である。この構成は、全波整流回路2およびコンデンサ3を含む直流

電源部への充電電流を検出すべくトランス10aの一次側巻線を設け、このトランス10aの二次側巻線の端子間に全波整流回路10bを接続し、全波整流回路10bの出力端子間にフォトカプラ10cの発光部を接続し、三相モータ5の中性点からの電流出力の最終段にフォトカプラ10cの受光部を直列接続している。

【0054】したがって、この構成を採用した場合には、直流電源部への充電電流を検出してフォトカプラ10cを制御し、ひいては中性点からの電流出力を制御して良好な漏洩電流軽減を達成することができる。図10はこの発明の漏洩電流軽減装置のさらに他の実施態様を組み込んだ電気機器制御システムを示す電気回路図である。

【0055】この電気機器制御システムが図2の電気機器制御システムと異なる点は、コンデンサ3と並列に1対の抵抗16を直列接続し、擬似的中性点電位検出装置7の出力端子と抵抗16どうしの接続点との間にトランス17の一次側巻線を接続し、このトランス17の二次側巻線を筐体8と接地端子との間に接続した点のみである。

【0056】この構成を採用した場合には、例えば、擬似的中性点電位検出装置7の出力端子から抵抗16どうしの接続点に向かって流れる電流がトランス17の一次側巻線に流れることにより、トランス17の二次側巻線に電圧が発生させられ、この発生電圧により定まる電流が筐体8と接地端子との間に流れる。そして、トランス17の二次側巻線により筐体8と接地端子との間に流れる電流によって漏洩電流を相殺し、十分な漏洩電流軽減効果を達成することができる。

【0057】図11はトランス17を設けたことに伴う漏洩電流軽減効果の一例を示す電流波形図である。なお、図11中(A)はトランス17の一次側巻線に流れる電流に起因する出力電流I1を、図11中(B)は漏洩電流I2を、図11中(C)はトランス17により合成した後の漏洩電流を、それぞれ示している。図11中(B)から明らかなように、もともとかなり大きい漏洩電流I2が流れていたのであるが、トランス17を設けることによって筐体8と接地端子との間に出力電流I1を流すことにより、漏洩電流を十分に軽減し、図11中(C)に示すように、十分な漏洩電流軽減効果を達成することができる。

【0058】図12、図13は、それぞれこの発明の漏洩電流軽減装置のさらに他の実施態様を組み込んだ電気機器制御システムを示す電気回路図である。これらの電気機器制御システムが図1、図2の電気機器制御システムと異なる点は、全波整流回路2の出力端子のうち、一極と、全波整流回路2の両入力端子との間の導通・非導通を検出する検出回路11を設けた点、および相殺電流発生装置9として、導通・非導通検出結果をも入力として相殺電流を発生させるものを採用した点のみである。

【0059】図14、図15は、全波整流回路2の導通状態、非導通状態に対応する電気機器制御システム主回路の等価回路を示す電気回路図である。導通状態においては、三相モータ5と筐体8との間が浮遊容量および冷媒、冷凍機油などを経由する導電性(抵抗)を介して接続されているとともに、三相モータ5と接続された中性電位発生回路(インバータ回路4)と交流電源側の接地端子との間が直接接続されている。

【0060】逆に、非導通状態においては、三相モータ5と筐体8との間が浮遊容量および冷媒、冷凍機油などを経由する導電性(抵抗)を介して接続されているとともに、三相モータ5と接続された中性電位発生回路(インバータ回路4)と交流電源側の接地端子との間が、整流用のダイオードの空乏層に起因すると思われるキャパシタンスを介して接続されている。

【0061】そして、このように図14、図15の等価回路を交互に実現することにより、図23に示すように、非導通状態に対応して振幅が著しく小さい漏洩電流が実際に発生する。また、検出回路11によって全波整流回路2の出力端子のうち、一極と、全波整流回路2の両入力端子との間の電位差を検出すれば、図19中

(A)(B)に示す検出結果が得られるのであるから、電位差の有無によって非導通状態、導通状態を検出することができる。そして、非導通状態に対応して漏洩電流の振幅が著しく小さくなることが分かっているのであるから、検出回路11による検出結果に応答して、相殺電流発生装置9により漏洩電流を相殺するための相殺電流の大きさを制御することにより、漏洩電流を制度よく相殺することができる。

【0062】ただし、実際に導通状態、非導通状態を検出する回路を設ける代わりに、導通状態、非導通状態をマイコンにメモリさせておき、マイコンのメモリ内容に基づいて相殺電流の制御を行うようにしてもよい。さらに詳細に説明する。図22に示す構成を採用した場合には、スイッチング信号を3相分取出してこれを加工することにより、相殺電流指令を発生する。また、直流電源部より始めており、直流電源の極それぞれの対地電圧との相対関係に関わりなく相殺電流を発生させている。しかし、実際の漏洩電流は、負荷にかかった中性点電圧と対地電圧との関係で発生しているのであるから、図22に示す構成を採用すると、整流素子が非導通の期間(図23の漏洩電流振幅が小さい期間参照)には必要以上の相殺電流が流れてしまうことになる。また、特開平9-233837号公報においては、相殺結果としての漏洩電流を検出し、検出結果をフィードバックすることも提案されている。しかし、漏洩電流の検出を、モータフレームと直流電源の一方の極との間に流れる高周波成分を検出することにより達成しているのであるから、例えば、一般の空気調和装置のように、モータフレーム自体が接地と接続されている場合には、直流電源の一方の極

と接地との間に流れる電流をモニターしていることになり、接地がない場合、接地が不完全な場合にしか適用できないことになる。したがって、接地の状態によって検出量に変化し、漏洩電流検出機能が不完全であり、十分なフィードバック効果を期待することができない。この結果、漏洩電流を十分には相殺することができない。

【0063】これに対して、図12、図13の構成を採用すれば、全波整流回路2の整流素子の導通・非導通を検出して相殺電流を制御しているのであるから、必要以上の相殺電流を流してしまうという不都合の発生を防止し、漏洩電流を十分に相殺することができる。図16はこの発明の漏洩電流軽減装置のさらに他の実施態様を組み込んだ電気機器制御システムを示す電気回路図である。

【0064】この電気機器制御システムが図2の電気機器制御システムと異なる点は、交流電源の各相の出力端子に対してコモンモードチョーク12を介して交流電源供給線を接続し、交流電源供給線間に、ノイズ電流のうち線間に生じた平衡分をコモンモードチョーク12と共に吸収するXコンデンサ13を接続するとともに、各相の交流電源供給線と接地端子15との間に接続されて不平衡分を流すYコンデンサ14を接続した点、および相殺電流発生装置9の出力端子とYコンデンサ14同士の接続点とを直接接続した点のみである。

【0065】この実施態様を採用した場合には、接地端子15の接地が不完全な場合であっても、Yコンデンサ14同士の接続点と相殺電流発生装置9の出力端子とを接続する線が接地線の代替線として機能し、十分な漏洩電流軽減効果を達成することができる。もちろん、接地端子15の接地が完全な場合には、接地端子15を通して相殺電流を流すことにより、十分な漏洩電流軽減効果を達成することができる。

【0066】なお、この構成は、前記の他の実施態様にも同様に適用することができる。

【0067】

【発明の効果】請求項1の発明は、モータの固定子巻線から固定子鉄心に向かって流れる漏洩電流を効果的に軽減することができ、また、接地電圧を検出して相殺電流を流すようにしているのではないから、工場での設定のみで、現場調整が不要であり、しかも、敷設現場の接地条件に拘らず漏洩電流を効果的に軽減することができるという特有の効果を奏する。

【0068】請求項2の発明は、中性線が引き出されたモータを有する電気機器に適用することにより、請求項1と同様の効果を奏する。請求項3の発明は、中性線が引き出されていないモータを有する電気機器に適用することができ、請求項1と同様の効果を奏する。請求項4の発明は、モータの固定子巻線の中性点の電位の変動を実際に検出することなく、請求項1と同様の効果を奏する。

【0069】請求項5の発明は、相殺電流を供給するための特別の電源を用いることなく、請求項1と同様の効果を奏する。請求項6の発明は、相殺電流を供給するための特別の電源を用いることなく、トランスを採用するだけで、請求項5と同様の効果を奏する。請求項7の発明は、請求項5の効果に加え、漏洩電流を一層軽減することができるという特有の効果を奏する。

【0070】請求項8の発明は、請求項5から請求項7の何れかの効果に加え、整流回路素子が非導通の期間において必要以上に電流を流してしまうという不都合の発生を防止し、漏洩電流を効果的に軽減することができるという特有の効果を奏する。請求項9の発明は、請求項1から請求項8の何れかの効果に加え、接地端子の接地が不完全な場合であっても、Yコンデンサの中性点への接続線が擬似的な接地線として機能し、漏洩電流を効果的に軽減することができるという特有の効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の漏洩電流軽減装置の一実施態様を組み込んだ電気機器制御システムを示す電気回路図である。

【図2】この発明の漏洩電流軽減装置の他の実施態様を組み込んだ電気機器制御システムを示す電気回路図である。

【図3】相殺電流発生装置の具体的構成の一例を示すブロック図である。

【図4】相殺電流発生装置の具体的構成の他の例を組み込んだ電気機器制御システムを示す電気回路図である。

【図5】相殺電流発生装置の具体的構成のさらに他の例を組み込んだ電気機器制御システムを示す電気回路図である。

【図6】相殺電流発生装置の具体的構成のさらに他の例を示す電気回路図である。

【図7】筐体への相殺電流の供給を行なうための構成の一例を示す電気回路図である。

【図8】筐体への相殺電流の供給を行なうための構成の他の例を示す電気回路図である。

【図9】筐体への相殺電流の供給を行なうための構成のさらに他の例を示す電気回路図である。

【図10】この発明の漏洩電流軽減装置のさらに他の実施態様を組み込んだ電気機器制御システムを示す電気回路図である。

【図11】トランスを設けたことに伴う漏洩電流軽減効果の一例を示す電流波形図である。

【図12】この発明の漏洩電流軽減装置のさらに他の実施態様を組み込んだ電気機器制御システムを示す電気回路図である。

【図13】この発明の漏洩電流軽減装置のさらに他の実施態様を組み込んだ電気機器制御システムを示す電気回路図である。

【図14】全波整流回路の導通状態に対応する電気機器

制御システム主回路の等価回路を示す電気回路図である。

【図15】全波整流回路の非導通状態に対応する電気機器制御システム主回路の等価回路を示す電気回路図である。

【図16】この発明の漏洩電流軽減装置のさらに他の実施態様を組み込んだ電気機器制御システムを示す電気回路図である。

【図17】漏洩電流の発生を説明する概略図である。

【図18】中性点電位の一例を示す図である。

【図19】全波整流回路の出力端子のうち、一極と、全波整流回路の両入力端子との間の電位差の検出結果の一例を示す図である。

【図20】従来の電気機器の漏洩電流軽減装置の一例を

示す電気回路図である。

【図21】従来の電気機器の漏洩電流軽減装置の他の例を示す電気回路図である。

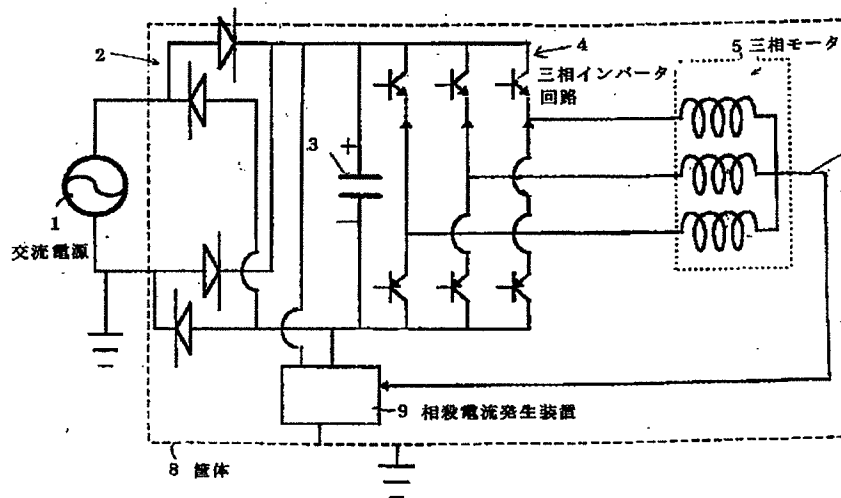
【図22】従来の電気機器の漏洩電流軽減装置のさらに他の例を示す電気回路図である。

【図23】実際の洩れ電流波形の一例を示す図である。

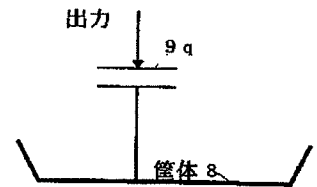
【符号の説明】

- | | |
|-----------|----------------|
| 1 交流電源 | 4 三相インバータ回路 |
| 5 三相モータ | 7 擬似的中性点電位検出装置 |
| 8 筐体 | 9 相殺電流発生装置 |
| 9a マイコン | 9k、9l、9m 抵抗 |
| 10a トランス | 11 検出回路 |
| 14 Yコンデンサ | 15 接地端子 |

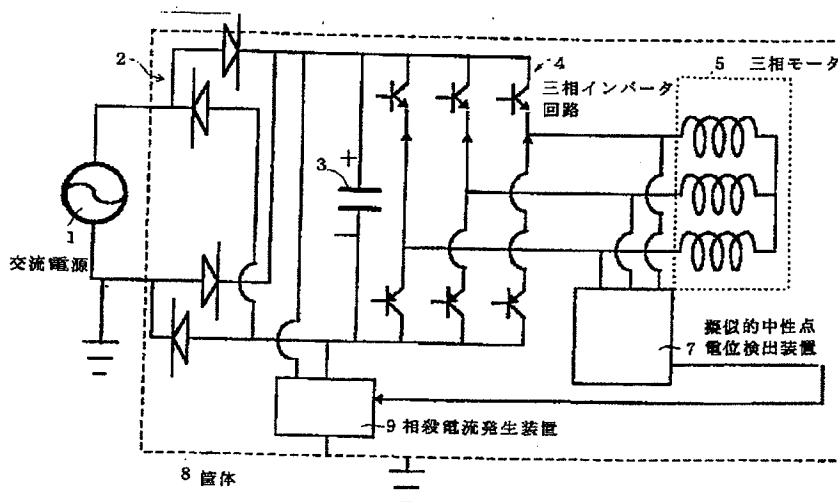
【図1】



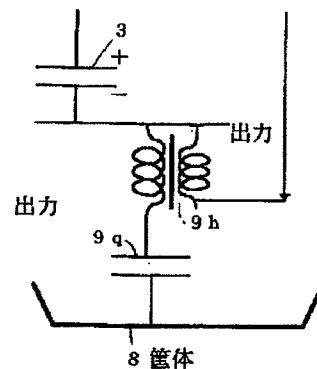
【図7】



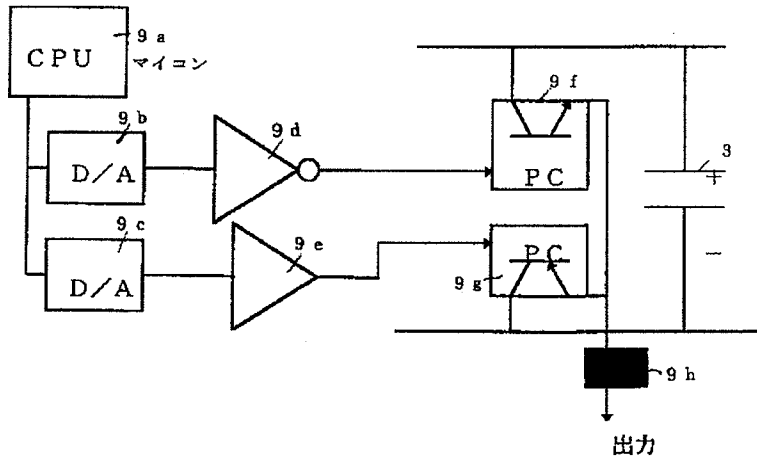
【図2】



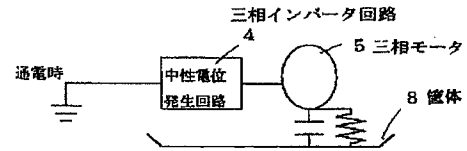
【図8】



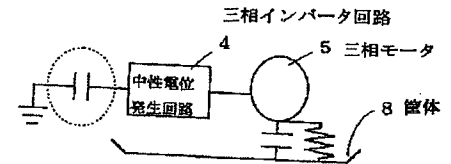
【図3】



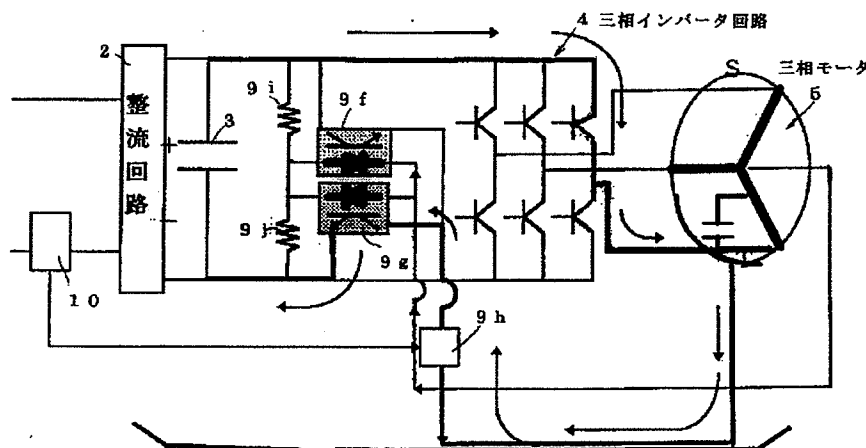
【図14】



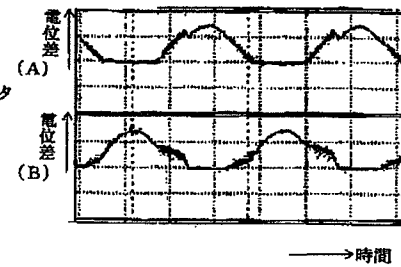
【図15】



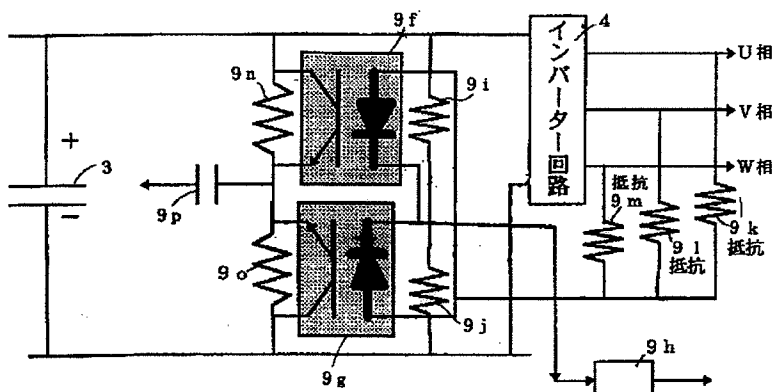
【図4】



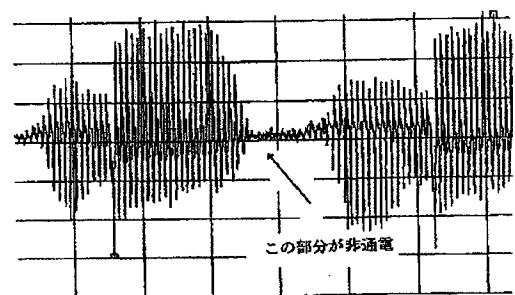
【図19】



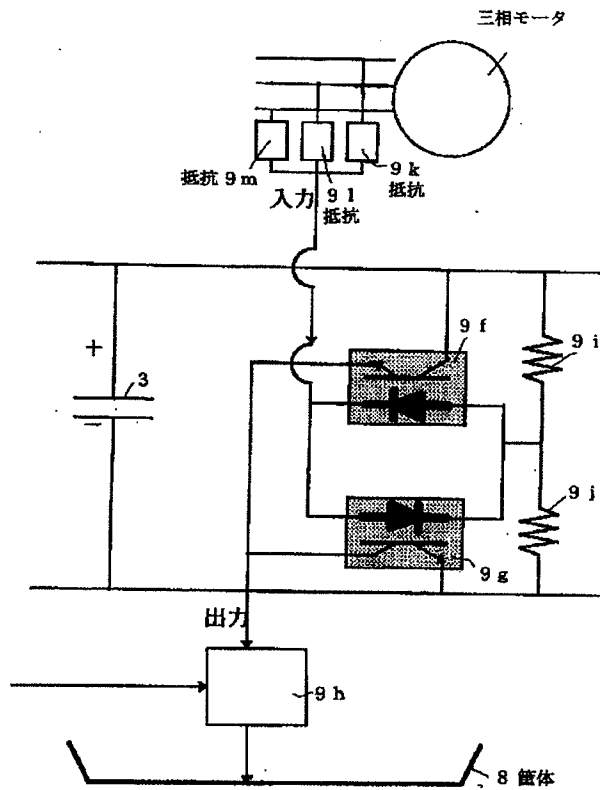
【図5】



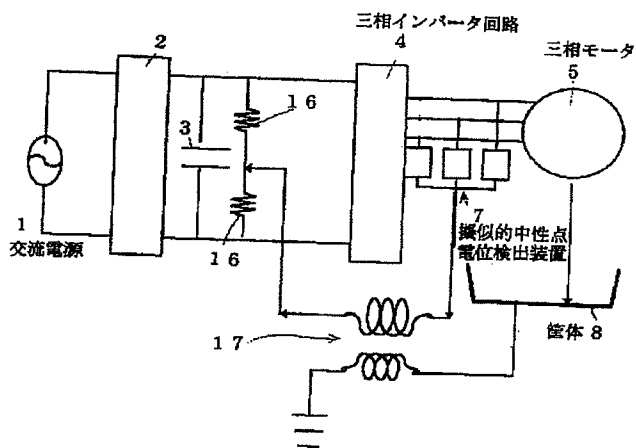
【図23】



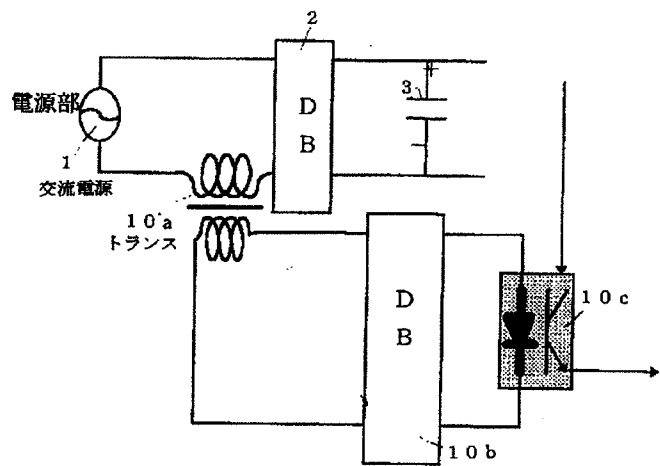
【図6】



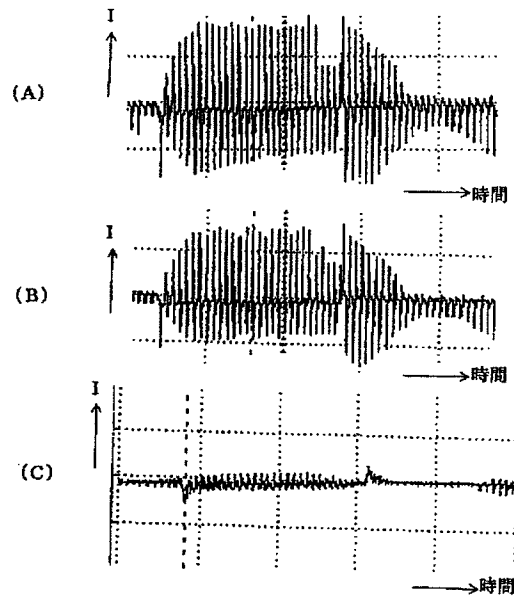
【図10】



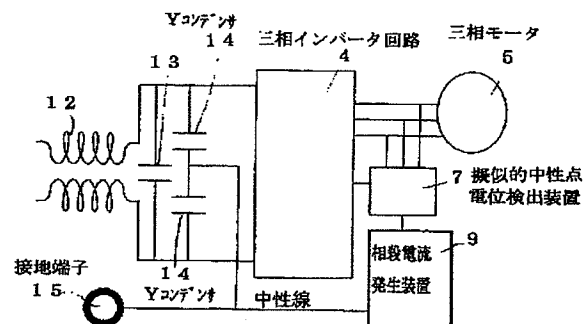
【図9】



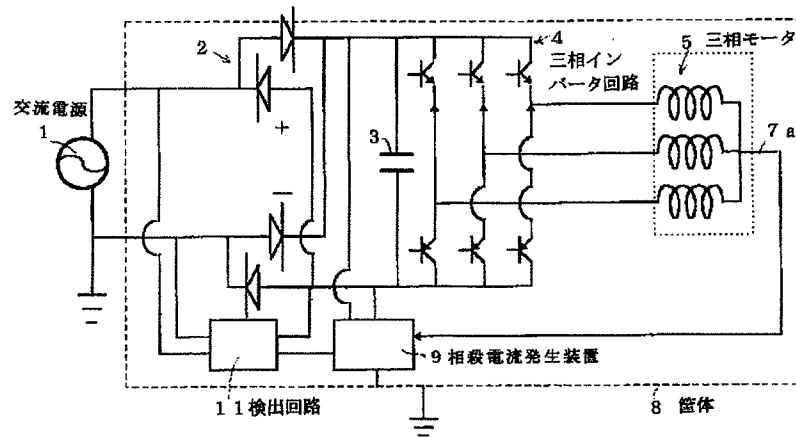
【図11】



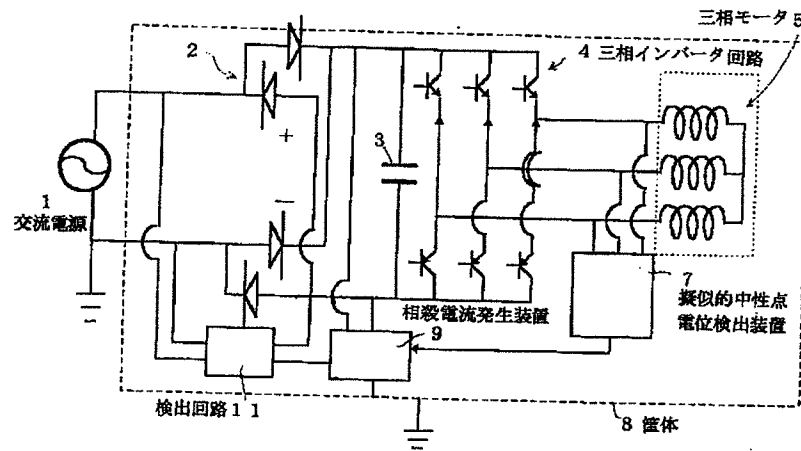
【図16】



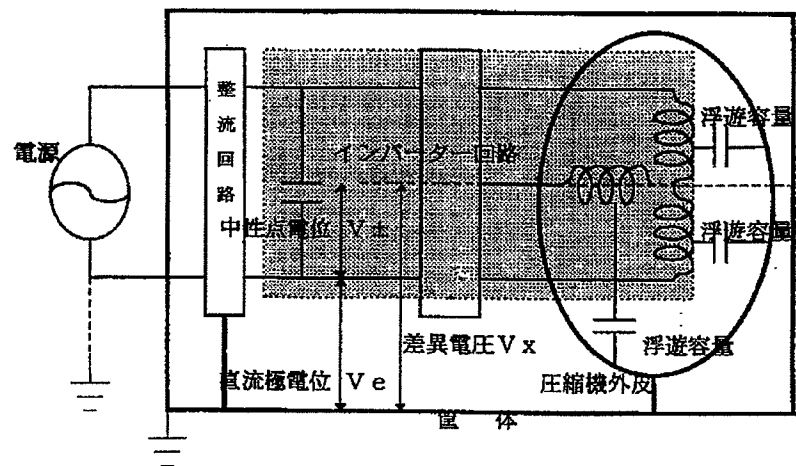
【図12】



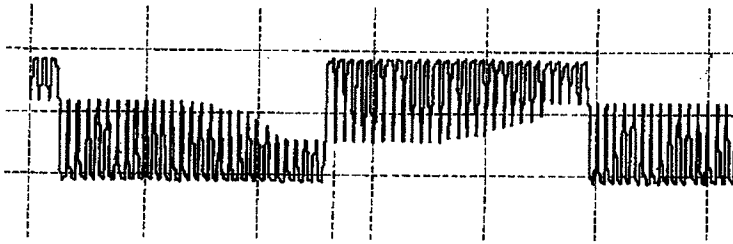
【図13】



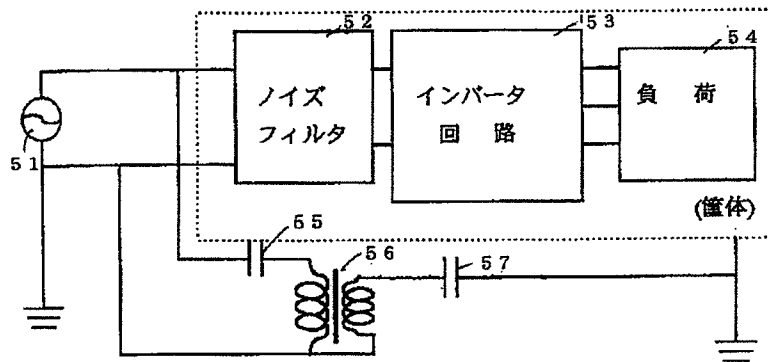
【図17】



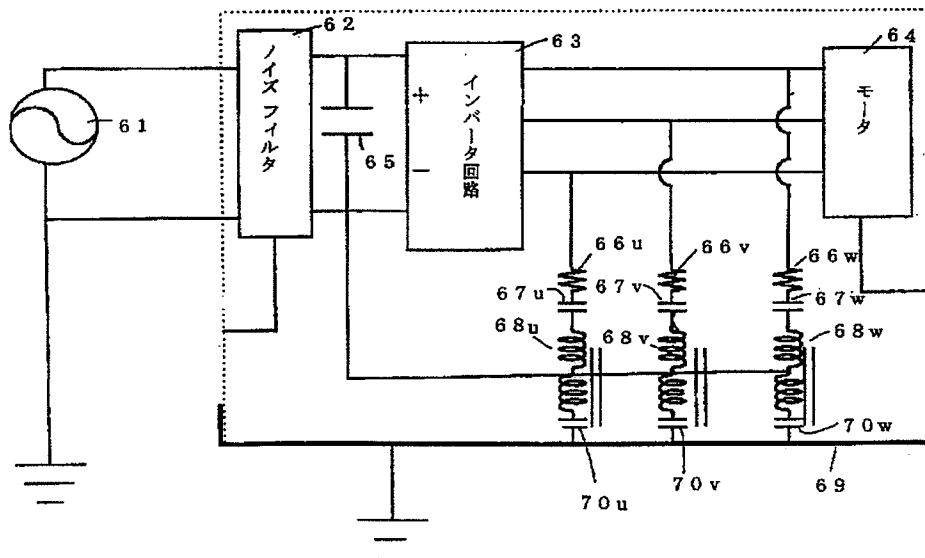
【図18】



【図20】



【図21】



【図22】

